

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-299198

(P2000-299198A)

(43) 公開日 平成12年10月24日 (2000.10.24)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マ-ト\* (参考)

H 0 5 H 1/46

H 0 5 H 1/46

B 4 K 0 3 0

C 2 3 F 4/00

C 2 3 F 4/00

D 4 K 0 5 7

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/31

C 5 F 0 0 4

21/31

H 0 5 H 1/00

A 5 F 0 4 5

H 0 5 H 1/00

C 2 3 C 16/511

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平11-326991

(22) 出願日

平成11年11月17日 (1999.11.17)

(31) 優先権主張番号

特願平11-33066

(32) 優先日

平成11年2月10日 (1999.2.10)

(33) 優先権主張国

日本 (J P)

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(71) 出願人 599019546

八坂 保能

京都府宇治市木幡須留5-107

(71) 出願人 000117674

安藤 真

神奈川県川崎市幸区小倉1番地1-I-312

(74) 代理人 100091513

弁理士 井上 俊夫

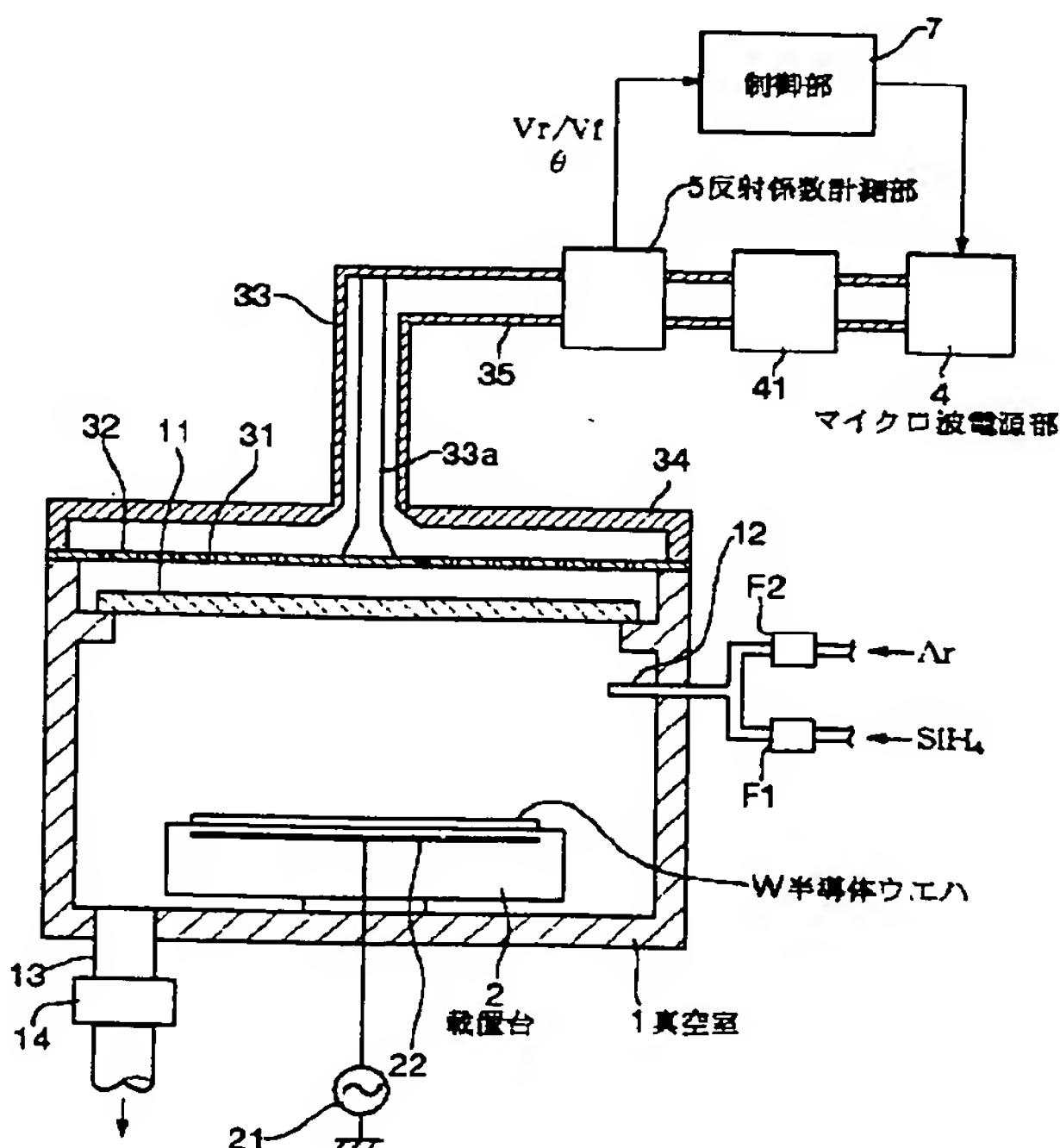
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 マイクロ波により処理ガスをプラズマ化しそのプラズマにより被処理基板に対して成膜やエッチングなどの処理を行うにあたり、プラズマ中の電子密度を適切な値にコントロールして安定した処理を行うこと。

【解決手段】 導波管35に反射係数計測部5を設けて、プラズマ電源部4からプラズマに向かう進行波とプラズマで反射される反射波を検出し、その検出信号に基づいて反射係数の振幅 $\Gamma_0$ と位相 $\theta$ とを求め、振幅 $\Gamma_0$ 及び位相 $\theta$ の変化に基づいて例えばマイクロ波電源部4の出力電力を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 高周波電源部から導波路を通じて真空容器内に高周波を供給し、真空容器内に供給された処理ガスを前記高周波のエネルギーによってプラズマ化し、そのプラズマにより、真空容器内の載置台に載置された被処理基板に対して処理を行うプラズマ処理装置において、

前記導波路に、反射係数を計測するための反射係数計測部を設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 反射係数計測部は、高周波電源部からプラズマに向かう進行波とプラズマから高周波電源部に戻る反射波とを検出し、これら検出信号に基づいて反射係数の振幅及び位相を求めるものであることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】 反射係数計測部で計測された反射係数の振幅及び位相に基づいてプラズマの電子密度に影響を及ぼす要素を制御する制御部を設けたことを特徴とする請求項2記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】 制御部は、前記要素である高周波電源部の出力電力を制御することを特徴とする請求項3記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】 真空容器内の圧力を調整する圧力調整部を備え、制御部は、圧力調整部を介して前記要素である圧力を制御することを特徴とする請求項3または4記載のプラズマ処理装置。

【請求項6】 処理ガスの流量を調整する流量調整部を備え、制御部は、流量調整部を介して前記要素である流量を制御することを特徴とする請求項3ないし5にいずれか記載のプラズマ処理装置。

【請求項7】 載置台に高周波バイアスを印加するバイアス電源部を備え、制御部は、バイアス電源部を介して前記要素であるバイアス電力を制御することを特徴とする請求項3ないし6にいずれか記載のプラズマ処理装置。

【請求項8】 導波路から送られた高周波を真空容器内に供給する高周波供給部と、この高周波供給部の位置を調整してこの高周波供給部と真空容器内の空間との距離を変えるための位置調整部と、を備え、制御部はこの位置調整部を介して高周波供給部の相対位置を制御することを特徴とする請求項3ないし7にいずれか記載のプラズマ処理装置。

【請求項9】 反射係数検出手段で求めた反射係数の振幅及び位相のデータを記憶する記憶手段を備え、記憶されたデータに基づいて、後続の被処理基板の処理時に所定の処理が遂行されるように前記要素を制御することを特徴とする請求項3ないし8にいずれか記載のプラズマ処理装置。

【請求項10】 反射係数検出手段で求めた反射係数の振幅及び位相に基づいてプラズマ処理装置に異常が発生しているか否かを判定し異常が発生していると判定した

時には警報を出力することを特徴とする請求項3ないし9にいずれか記載のプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロ波などの高周波のエネルギーによりプラズマを発生させ、そのプラズマにより半導体ウエハなどの被処理基板に対して処理を施すプラズマ処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの製造工程の中に、半導体ウエハ（以下ウエハという）に対してプラズマを用いて処理を行う工程がある。このようなプラズマ処理を行うための装置として図11に示すようなマイクロ波プラズマ処理装置が知られている。この装置は、ウエハWの載置台91を備えた真空室9の天井部に平面スロットアンテナ92を設け、マイクロ波電源部93からマイクロ波を導波管94を介して前記アンテナ92に導き、このアンテナ92から真空室9内にマイクロ波を供給して、ガス供給部95からの処理ガスをプラズマ化し、そのプラズマにより例えばウエハWの表面に成膜あるいはエッチング処理を施すように構成されている。96は石英製の窓である。

【0003】また導波管94の途中には負荷整合器97が設けられており、プラズマからの反射波を抑えるように負荷整合器97からプラズマに至るまでのインピーダンスと、マイクロ波電源93に至るまでのインピーダンスとが同じになるように調整を行っている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところでウエハWの処理に影響を及ぼす因子の一つとして、プラズマ中の電子密度が挙げられる。即ち、負イオンを発生しないガスの場合には電子密度はプラズマ密度とほぼ等しくなり、また負イオンが発生するガスの場合には、電子密度が減少すると負イオン密度が増大するので、安定した処理を行うには、いずれにおいても処理中に電子密度を一定にしておくことが望ましい。しかしながら電子密度の把握は困難であるため、電子密度をコントロールすることは容易ではない。

【0005】一方プラズマの状態は、マイクロ波の電力や真空室9内の圧力などにより変わるため、上述のように負荷整合器97によりインピーダンスを設定していても、プラズマの状態によっては、プラズマで反射してマイクロ波電源部93に戻る反射波が多くなり、これが例えば誘電損や銅損となって熱になり、マイクロ波のプラズマへの利用効率が低くなる。

【0006】本発明は、このような背景の下になされたものであり、その目的は、電源部からの高周波（マイクロ波やRFなどを含む）について反射係数を検出することにより、プラズマ中の電子密度を監視することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、高周波電源部から導波路を通じて真空容器内に高周波を供給し、真空容器内に供給された処理ガスを前記高周波のエネルギーによってプラズマ化し、そのプラズマにより、真空容器内の載置台に載置された被処理基板に対して処理を行うプラズマ処理装置において、前記導波路に、反射係数を計測するための反射係数計測部を設けたことを特徴とする。この場合前記反射係数計測部は、例えば高周波電源部からプラズマに向かう進行波とプラズマから高周波電源部に戻る反射波とを検出し、これら検出信号に基づいて反射係数の振幅及び位相を求めるものである。

【0008】本発明では反射係数計測部で計測された反射係数の振幅及び位相に基づいてプラズマの電子密度に影響を及ぼす要素を制御する制御部を設けてもよい。ここでいう要素とは、例えば高周波電源部の出力電力、真空容器内の圧力、処理ガスの流量（成膜ガスやエッチングガスの流量、あるいはそれらガスとキャリアガスとの流量比など）、載置台に印加するバイアス電力などが挙げられる。さらに本発明では、導波路から送られた高周波を真空容器内に供給する高周波供給部と、この高周波供給部の位置を調整してこの高周波供給部と真空容器内の空間との距離を変えるための位置調整部と、を備え、制御部はこの位置調整部を介して高周波供給部の相対位置を制御するようにしてもよい。

【0009】また本発明では、反射係数検出手段で求めた反射係数の振幅及び位相のデータを記憶する記憶手段を備え、記憶されたデータに基づいて、後続の被処理基板の処理時に所定の処理が遂行されるように前記要素を制御するようにしてもよいし、あるいは反射係数検出手段で求めた反射係数の振幅及び位相に基づいてプラズマ処理装置に異常が発生しているか否かを判定して異常が発生していると判定したときには警報を発生するようにしてもよい。

## 【0010】

【発明の実施の形態】図1は本発明に係るプラズマ処理装置の実施の形態の全体構成を示す図である。1は真空室であり、この真空室1の底部にはウエハWの載置台2が設けられている。この載置台2には例えば13、56MHzの高周波電源部21に接続されたバイアス印加用の電極22が埋設されると共に、図示しない温度調整部が設けられている。真空室1の天井部には誘電体例えば石英よりなる窓11が配置されており、この窓11の上方には、例えば図2で示すように多数のスロット31が形成された面状のアンテナ（平面スロットアンテナ）32が当該窓11に対向するように設けられている。

【0011】前記アンテナ32の中央部には導波路である同軸の導波管33の軸部33aの一端部が接続されている。同軸の導波管33の外管33bの下端部は外側に直角に折り曲げられて広げられ更に下側に屈曲して偏平

な円筒部34を成している。同軸の導波管33の他端部の側面には導波路である矩形状の導波管35の一端部が接続されており、この矩形状の導波管35の他端部には例えばマイクロ波電源部4が設けられている。

【0012】前記導波管35の途中にはマイクロ波電源部4側から順に負荷整合器41及び反射係数計測部5が配置されている。負荷整合器41は、既述したようにプラズマ側とマイクロ波電源部4側とのインピーダンスを整合するためのものである。なお反射係数計測部5については後述する。

【0013】前記真空室1の例えば側壁には処理ガスを供給するためのガス供給部12が設けられており、例えば成膜ガスであるSiH<sub>4</sub>ガス及びキャリアガスであるArガスを夫々例えばマスフローからなる流量調整部F1、F2により流量を調整して真空室1内に供給するように構成されている。ガス供給部としては、例えば窓11の下面に石英等誘電体製のシャワーヘッドを設け、ここから処理ガスを供給するものであってもよい。また真空室1の底部には、図示しない真空排気手段により真空排気するための排気管13が接続されており、その途中には例えばバタフライバルブの開度を調整して真空室1内の圧力を調整する圧力調整部14が設けられている。

【0014】ここで前記反射係数計測部5について説明する。反射係数計測部5は電圧の反射係数を検出するためのものであり、この反射係数とはマイクロ波電源部4から向かう電波を進行波、プラズマで反射されてマイクロ波電源部4に戻る電波を反射波とすると、進行波に対してどのくらい反射波が存在するかという指標になるものである。反射係数を $\Gamma$ とすると次の(1)式のように複素数で表される。

$$\text{【0015】 } \Gamma = \Gamma_0 \cdot e^{j\theta} \dots (1)$$

ただし $\Gamma_0$ は反射係数の絶対値、 $\theta$ は反射係数の位相、 $j$ は虚数単位であり、ベクトルで表示すると図3に示すように表される。進行波及び反射波の電圧の絶対値を夫々 $V_f$ 、 $V_r$ とすると $\Gamma_0$ は $V_r/V_f$ で表される。

【0016】反射係数計測部5は、図4に示すように導波管35に介装された方向性結合器51を備えており、反射波及び進行波の各電力信号を取り出す。反射波の電力信号は、分配器52にて分配され、分配された一方の信号は検波器53及び位相シフター54に送られる。位相シフター54は電力信号の位相を90度進めてミキサー61に送る。分配器52にて分配された他方の信号はミキサー62に送られる。また進行波の電力信号は、分配器55にて分配され、分配された一方の信号は検波器56及びミキサー62に送られる。分配器55にて分配された他方の信号はミキサー61に送られる。

【0017】前記検波器53からは反射波の振幅 $V_r$ が、また前記検波器56からは進行波の振幅 $V_f$ が夫々取り出され、演算部63はこれら $V_r$ 及び $V_f$ を取り込んで演算し、反射係数の振幅 $\Gamma_0$ である $V_r/V_f$ を出



力する。またミキサー61、62は夫々反射係数の位相 $\theta$ に対して $\sin \theta$ 及び $\cos \theta$ を出力し、演算部64は $\sin \theta$ 及び $\cos \theta$ を取り込んで演算し、位相 $\theta$ を出力する。

【0018】そして図1に示すように演算部63及び64からの演算結果は制御部7に入力される。制御部7はこの演算結果に基づいて、この例ではマイクロ波電源部4の出力電力を制御するように構成される。この制御の具体的手法については後述する。なお負荷整合器41の部位におけるマイクロ波は乱れやすいことから、反射係数計測部5は負荷整合器41よりも下流側に設けることが好ましい。

【0019】次に上述実施の形態の作用について、被処理基板上にポリシリコン膜を形成する場合を例にとって説明する。先ず図示しないゲートバルブを開いて図示しない搬送アームによりウエハWを載置台2上に載置する。次いで前記ゲートバルブを閉じた後、真空容器1内を排気して所定の真空度例えば $10^{-6}$ Torrまで真空引きし、ガス供給部12から成膜ガスである例えばSiH<sub>4</sub>ガス及びキャリアガスである例えばArガスを真空容器1内に供給する。そしてマイクロ波電源部4から例えば2.45GHz、2.5kwのマイクロ波を出力すると共に、バイアス電源部21から載置台2に例えば13.56MHz、1.5kwのバイアス電力を印加する。

【0020】マイクロ波電源部4からのマイクロ波は導波管35、33を介して円筒部34内に伝播され、アンテナ32のスロット31を通して真空容器1内に供給され、このマイクロ波により処理ガスがプラズマ化される。そしてSiH<sub>4</sub>ガスが電離して生成された活性種がウエハW表面に付着してポリシリコン膜が成膜される。この間、反射係数計測部5は、反射係数の振幅 $\Gamma_0$ と位相 $\theta$ とを検出して制御部7に入力している。そしてプラズマ中の電子密度が処理を行うのに適切な値のときに反射が小さくなるようにアンテナ31を選定しており、反射が大きくなるということは、プラズマ中の電子密度が所定の大きさから外れているということである。電子密度が所定の大きさから外れれば、反射係数の振幅 $\Gamma_0$ が大きくなるが、この振幅 $\Gamma_0$ のみを監視していたのでは、電子密度が変化していることは把握できても、それが大きくなっているのか小さくなっているのかが分からない。

【0021】そこでこの実施の形態では反射係数の位相 $\theta$ も監視することにより、電子密度の変化の方向を把握できるようにしている。即ちプラズマ中の電子密度が大きくなると電流が流れやすくなるためプラズマのレジスタンス成分が小さくなり、反射波の位相が進行波に対して変化する。つまりこの場合反射係数の振幅 $\Gamma_0$ が大きくなると共に位相 $\theta$ が小さくなる方向に変化する。制御部7は、ある時点例えばプラズマを生成して、最初に反

射係数が安定（変化巾が小さくなった）した時点あるいは、プラズマが発生した後、定められた時間（1～5秒）経過した時点における振幅 $\Gamma_0$ 及び位相 $\theta$ の値と現在の振幅 $\Gamma_0$ 及び位相 $\theta$ の値とを比較して、その比較結果（変化分）に応じてマイクロ波電源部4の出力が減少するようにコントロールする。マイクロ波の電力が減少すれば、電子密度が小さくなり、このため振幅 $\Gamma_0$ が小さくなると共に反射係数の位相 $\theta$ の進み方が小さくなる。

【0022】また逆にプラズマ中の電子密度が小さくなると電流が流れにくくなるためプラズマのレジスタンス成分が大きくなる。つまりこの場合反射係数の振幅 $\Gamma_0$ が大きくなると共に位相 $\theta$ が大きくなる方向に変化し、制御部7は、この振幅 $\Gamma_0$ と位相 $\theta$ の変化分に応じてマイクロ波電源部4の出力が増加するようにコントロールする。マイクロ波の電力が増加すれば、電子密度が大きくなり、このため振幅 $\Gamma_0$ が小さくなると共に反射係数の位相の遅れ方が小さくなる。

【0023】このような実施の形態によれば、反射係数の振幅 $\Gamma_0$ 及び位相 $\theta$ を検出しているためプラズマ中の電子密度の変化及びその方向（大きくなっているのか小さくなっているのかということ）を把握することができ、その計測結果に応じてマイクロ波電源部4の出力をコントロールしているため、プラズマ中の電子密度が適切な値に保持され、安定した成膜処理が行われる。また反射波が少なくなるので電力エネルギーのロスが抑えられ、効率のよいプラズマ処理を行うことができる。

【0024】また本発明は、反射係数の計測結果に基づいてマイクロ波電源部4の出力をコントロールすることに限らず、プラズマ中の電子密度に影響を与える要素であればそれ以外の要素であってもよく、例えば圧力調整部14を介して真空容器1内の圧力を制御するようにしてもよいし、流量調整部F1及び/またはF2を介してSiH<sub>4</sub>ガスあるいはArガスの少なくとも一方の流量を調整してSiH<sub>4</sub>ガス/Arガスの流量比を制御するようにしてもよい。あるいはバイアス電源部21を介してバイアス電力を制御してもよいし、これらを組み合わせてもよく、更にはマイクロ波電力の制御を組み合わせてもよい。

【0025】この場合例えば前記位相 $\theta$ が小さくなりながら（反射波が進行波に対して進みながら）振幅 $\Gamma_0$ が大きくなると、電子密度が大きくなっているのので、圧力については低くするように、前記流量比についてはSiH<sub>4</sub>ガスの割合が減少するように、バイアス電力については小さくするように制御する。

【0026】更にまた図6に示すように反射係数の計測結果に基づいて円筒部34に固定された高周波供給部であるアンテナ32の真空容器1内の空間に対する距離を制御するようにしてもよい。図6において73は円筒部34を昇降させてアンテナ32の高さ（前記空間に対す

る相対位置)を制御する位置制御部であり、制御部7からの制御信号に基づいてアンテナ32の高さを制御する。なお74はマイクロ波が外部に漏洩しないようにするためにシールド部材例えば金属でできた蛇腹体である。75は円筒部75をガイドするガイド部材である。一般にアンテナから放射される電界は放射面から離れるにつれてその強度が減少するため、電子密度がたとえば大きくなればアンテナ32を上昇させるように位置制御部73を制御する。

【0027】上述の例では、振幅 $\Gamma_0$ 及び位相 $\theta$ についてある時点からの変化分を見て制御を行っているが、予め設定した設定値と比較してその比較結果(偏差)に基づいて制御を行ってもよい。

【0028】以上において、プラズマ処理としてはポリシリコン膜の成膜に限らずCF系のガス例えばC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスを用いてフッ素添加カーボン膜を成膜したり、CF<sub>4</sub>ガスを用いてエッチングを行う処理なども挙げることができ、この場合真空容器1内の壁面に付着した薄膜からラジカルが飛び出し、このラジカルに電子が付着し負イオンになる。この結果電子密度が小さくなり、このような場合にも既述のようにマイクロ波電源部4などを制御することにより電子密度を適切な値にすることができ、有効である。

【0029】更に本発明は、反射係数計測部5の計測結果に基づいて上述のような制御を行う代わりに、例えば製品ウエハあるいはテストウエハについて処理を行っている間の計測結果(振幅 $\Gamma_0$ 及び位相 $\theta$ )の時系列データを図5に示すように記憶部71に記憶しておき、後続のウエハの処理を行う前にこのデータを解析し、その解析結果を後続のウエハの処理時に反映させるようにしてもよい。例えば振幅 $\Gamma_0$ と位相 $\theta$ のデータに基づいてプラズマ中の電子密度が予定している値よりも大きくなっているとオペレータが判断した場合、例えばマイクロ波電源部4の出力を小さくするといった調整をおこなってもよいし、あるいはこの調整を制御部7により例えばウエハのロットの切り替わりに自動的に行ってもよい。

【0030】そして記憶部71に記憶されたデータに基づいて装置の状態を把握することもできる。例えば真空容器1の壁面の付着物が異常放電をしたり、アンテナが熱歪みで変形したり、回路系にトラブルが起こってマイクロ波が異常になったりすると電子密度が変化するので、こうした事態を把握することができる。

【0031】更にまた本発明は、反射係数計測部5からの計測結果を制御部7で監視し、振幅 $\Gamma_0$ 及び位相 $\theta$ の変化分(例えばある時点の振幅 $\Gamma_0$ 及び位相 $\theta$ を記憶しておいてその値からの変化分)がある一定値を越えたときに装置の異常と判定して警報を発するようにしてもよい。

【0032】また反射係数計測部5の計測結果は、アンテナを設計する指針としても利用できる。例えば図7

は、図2に示すアンテナを用い、マイクロ波の電力を0.5kwから2.5kwに上げていったときの反射係数をスミスチャードで表したものである。なおこの図において、水平な横軸に記載された数値は反射係数計測部より下流のインピーダンスのレジスタンス成分の値である。又、 $\Gamma_0 = (\rho - 1) / (\rho + 1)$ で表わされる $\rho$ は電圧定在波比とも表わされるので、図中の水平な横軸の目盛で1以上の点では、 $\rho$ の値と等しい。また前記右端の位置から横軸の上側及び下側に広がる曲線は同じインピーダンスのリアクタンス成分を表わしている。又、 $\Gamma_0$ は、同図中心部からの距離、 $\theta$ は水平な横軸からの角度で定義される。この図から分かるように反射係数は、マイクロ波電源部4の出力電力(マイクロ波のパワー)を大きくするにつれて $\rho = 1$ 即ち $\Gamma_0 = 0$ の点を中心として時計方向に渦を巻く軌跡(図8参照)となっており、マッチングの取れたアンテナであることが分かる。これに対して別の形状のアンテナでは、同様にマイクロ波の電力を上げていくと、図9及び図10に示すように反射係数は下側から横軸に近づき再び下側に向かう円弧軌跡を描きマッチングが取れていないことが分かる。

【0033】なお処理ガスをプラズマ化するための電源部としてはマイクロ波電源部に限らずRF電源部やUHF電源部でもよく、本明細書では、これらを高周波電源部として扱っている。またプラズマを生成する手法は、例えばマイクロ波と磁場とにより電子サイクロトロン共鳴を起こして処理ガスをプラズマ化する方法でもよい。

【0034】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、導波路の途中に反射係数計測部を設けて反射係数を計測しているため、プラズマ中の電子密度を監視することができる。

【0035】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプラズマ処理装置の実施の形態の全体構成を示す縦断側面図である。

【図2】上記実施の形態で用いられるアンテナを示す平面図である。

【図3】反射係数を概念的に示す説明図である。

【図4】反射係数計測部の構成を示すブロック図である。

【図5】本発明のプラズマ処理装置の他の実施の形態の要部を示すブロック図である。

【図6】本発明のプラズマ処理装置のさらに他の実施の形態の要部を示すブロック図である。

【図7】上記実施の形態で用いられるアンテナの特性を示すスミスチャードである。

【図8】図7のスミスチャードを模式的に示す説明図である。

【図9】他のアンテナの特性を示すスミスチャードである。

【図10】図9のスミスチャートを模式的に示す説明図である。

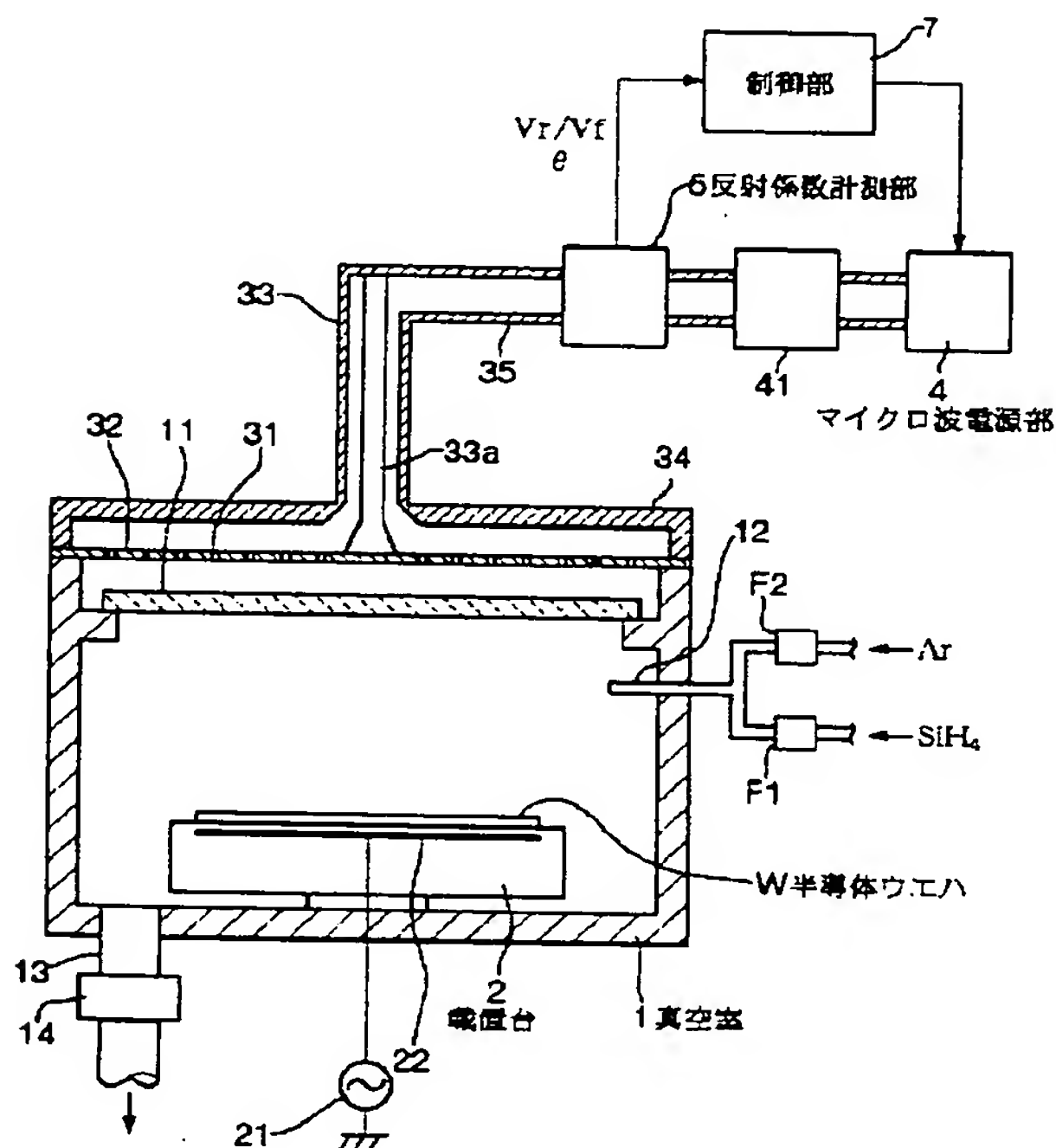
【図11】従来のプラズマ処理装置の概略構成を示す説明図である。

【符号の説明】

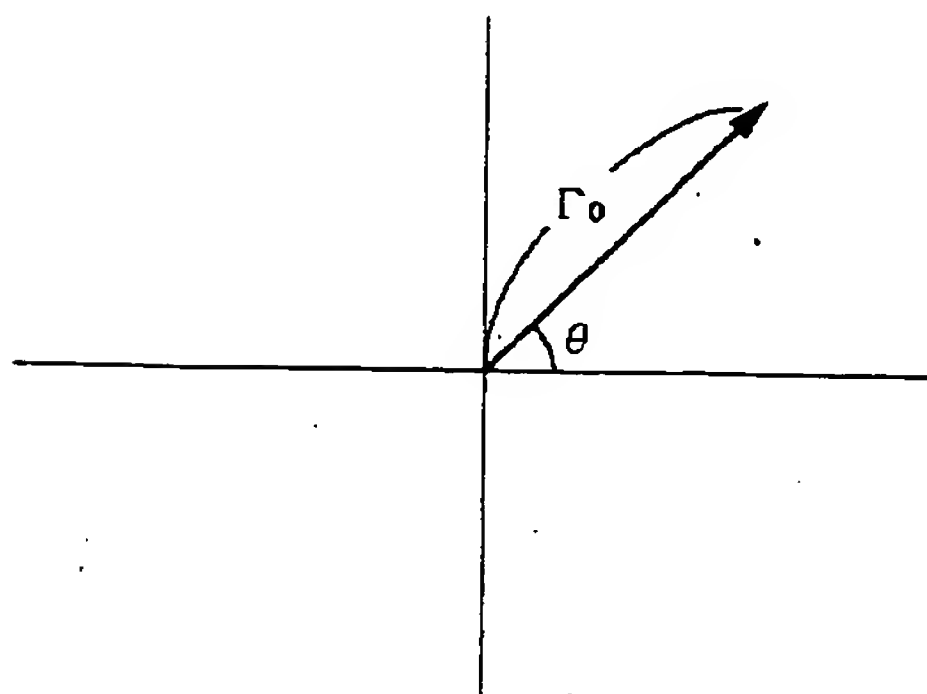
1 真空容器  
12 ガス供給部  
F1、F2 流量調整部  
14 圧力調整部

2 載置台  
21 バイアス電源部  
32 アンテナ  
33 導波管  
4 マイクロ波電源部  
41 負荷整合器  
5 反射係数計測部  
7 制御部  
W ウエハW

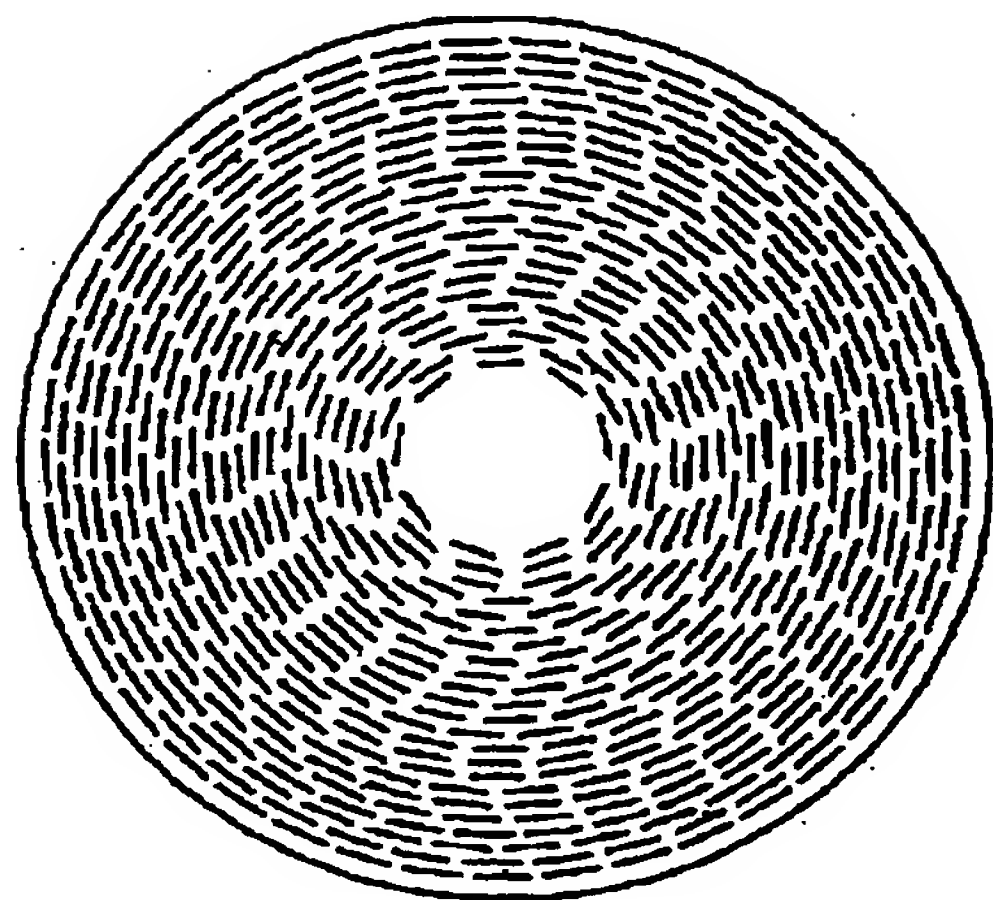
【図1】



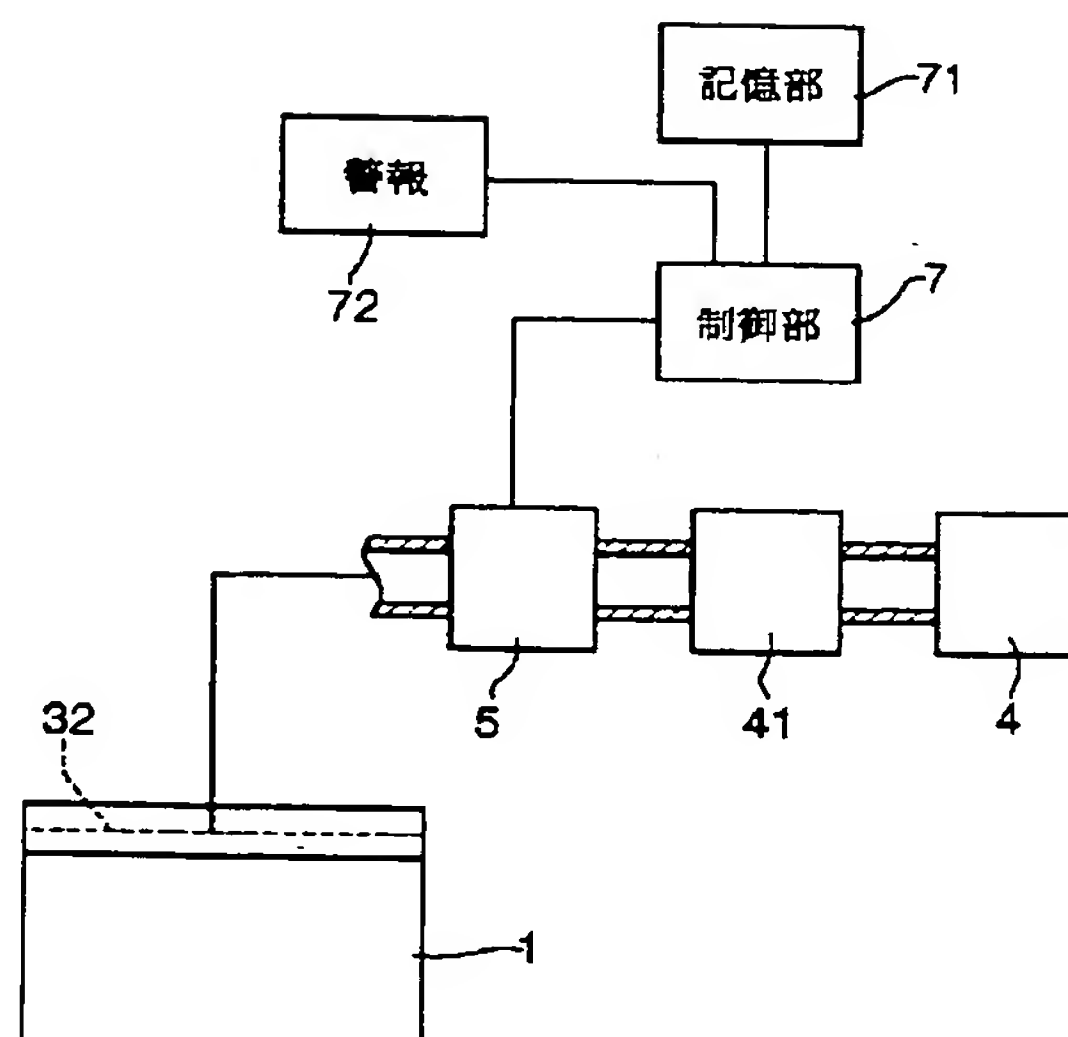
【図3】



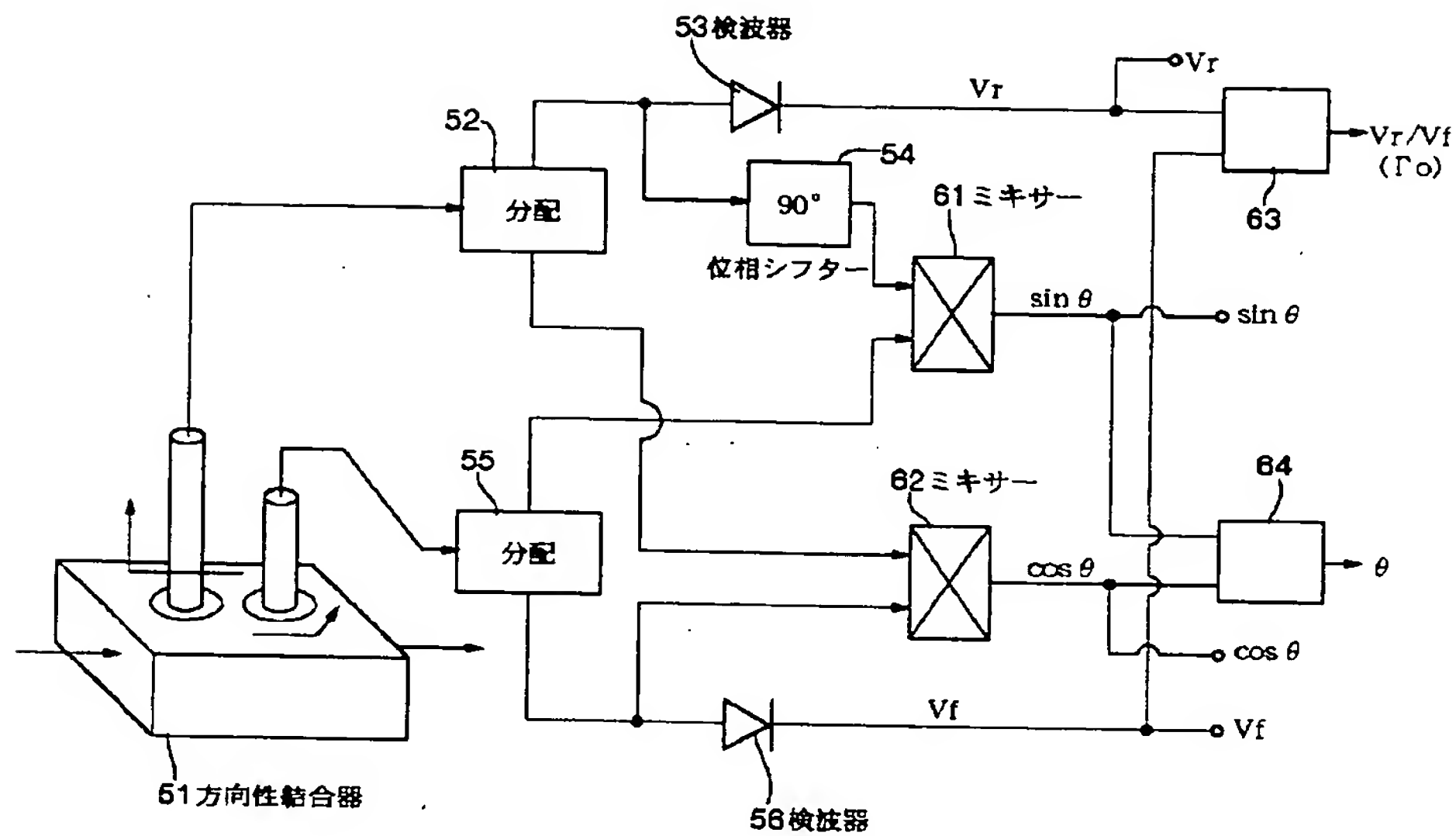
【図2】



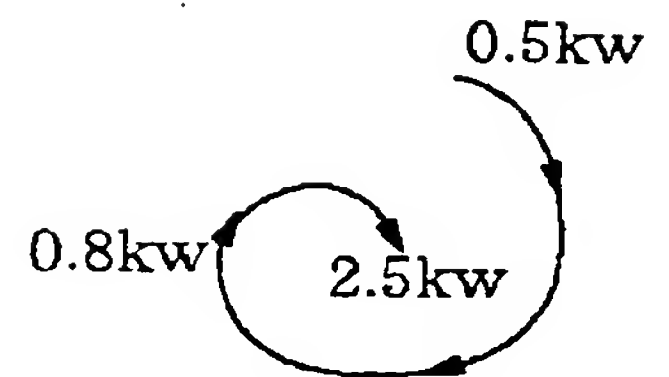
【図5】



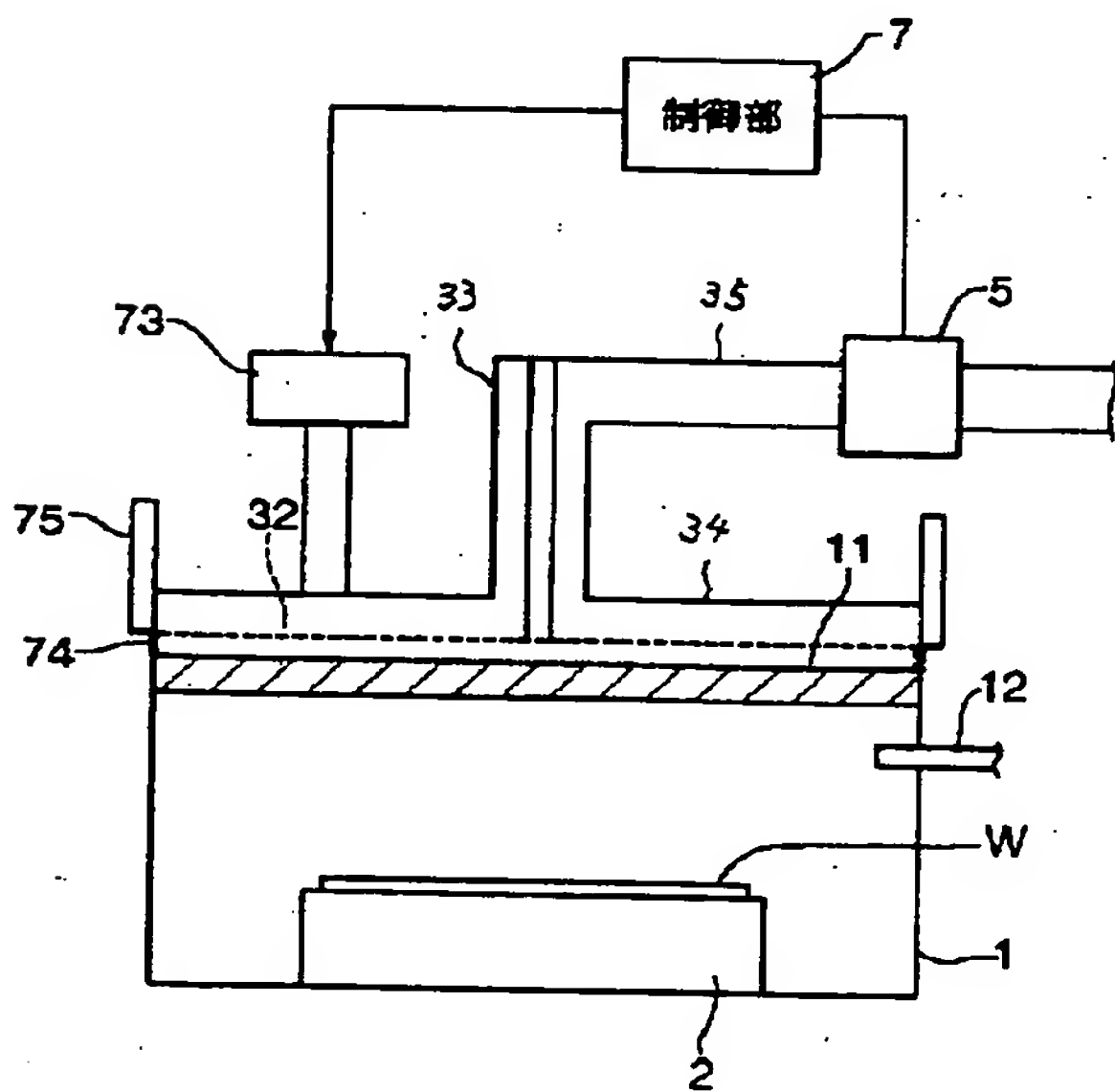
【図4】



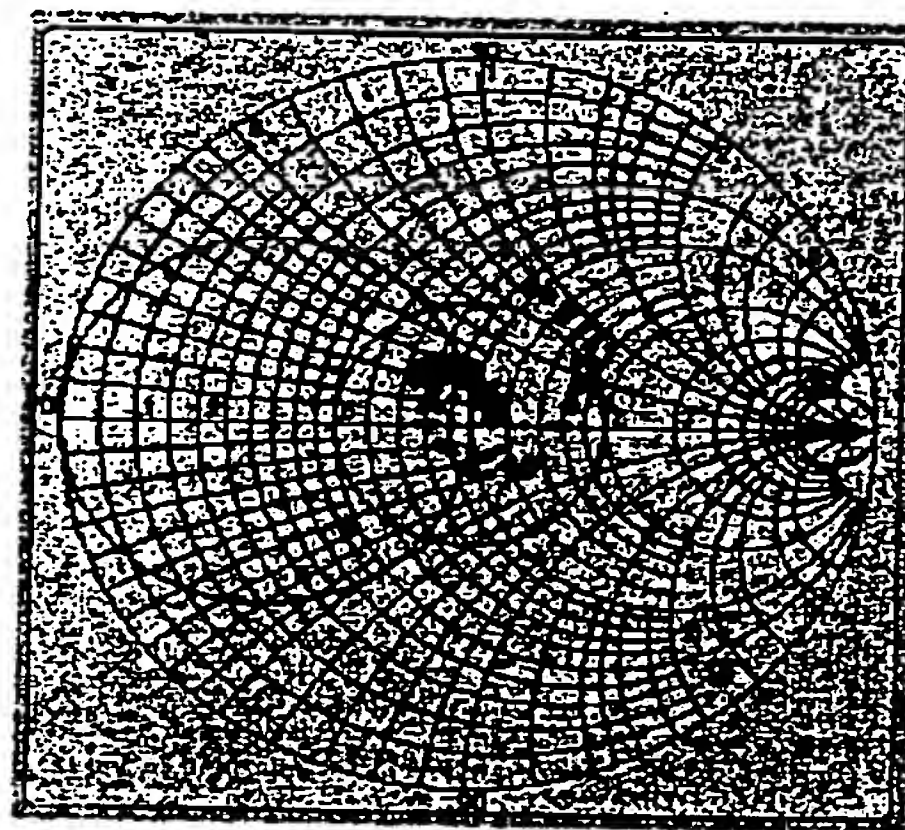
【図8】



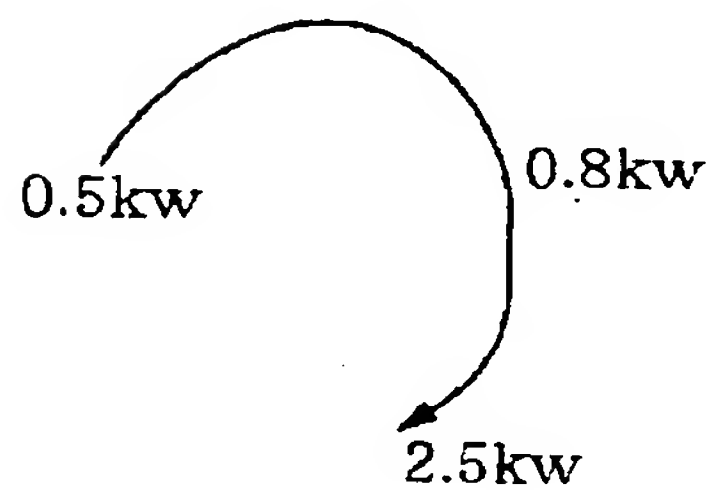
【図6】



【図7】

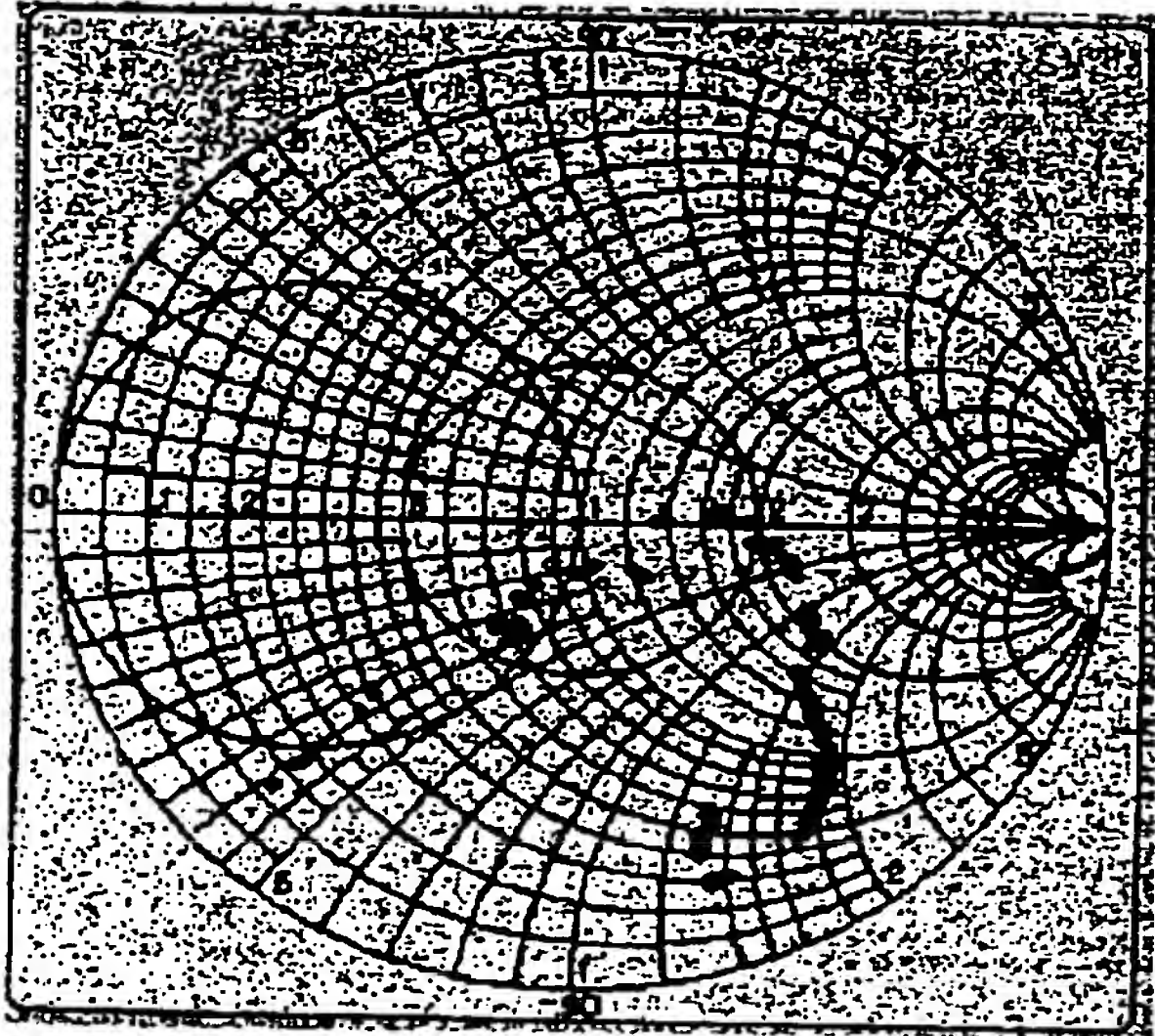


【図10】

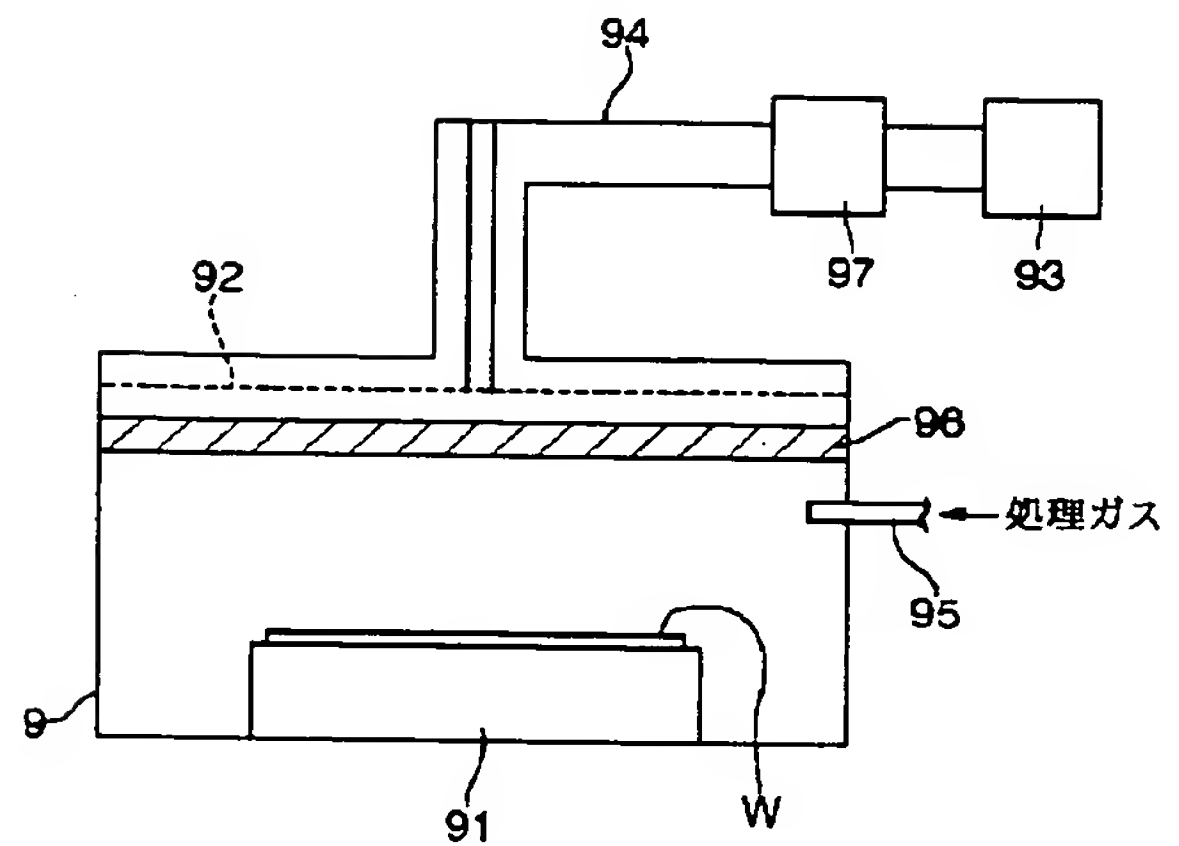




【図 9】



【図 11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7 識別記号  
// C 2 3 C 16/511

F I  
H O 1 L 21/302

テ-マ-ド (参考)  
B

(71) 出願人 000166801  
後藤 尚久  
東京都八王子市城山手 2-8-1

(72) 発明者 石井 信雄  
東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 東京エレクトロン株式会社内

(72) 発明者 八坂 保能  
京都府宇治市木幡須留 5-107

(72) 発明者 安藤 真  
神奈川県川崎市幸区小倉 1-1 1-312

(72) 発明者 後藤 尚久  
東京都八王子市城山手 2-8-1

F タ-ム (参考) 4K030 AA06 AA16 EA01 FA01 JA03  
JA05 JA09 JA16 KA20 KA39  
KA41

4K057 DA16 DB06 DD01 DE08 DE14  
DG13 DG15 DG20 DM29 DN01

5F004 AA16 BA16 BA20 BB13 BB18  
BD04 BD07 CA02 CA03 CA09  
CB01 DA01

5F045 AA09 AA10 AB03 AB07 AC01  
AC07 AC16 AE09 BB16 DP04  
EH07 EH11 EH17 EH20 GB08  
GB17